

# CYLINDER INNER PRESSURE DETECTION DEVICE OF INTERNAL COMBUSTION ENGINE

Patent Number: JP2002349336

Publication date: 2002-12-04

Inventor(s): NAKAYAMA SHIGEKI; FUKUMA TAKAO

Applicant(s): TOYOTA MOTOR CORP

Requested Patent: JP2002349336

Application: JP20010154318 20010523

Priority Number(s):

IPC Classification: F02D45/00; F02D35/00; G01L9/00; G01L23/06;

EC Classification:

Equivalents:

## Abstract

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To detect a cylinder inner pressure by means of an optical sensor highly precisely.

**SOLUTION:** A cylinder exposure inner surface 11 of each bore grommet 105 of a cylinder gasket 100 interposed between a cylinder head and a cylinder block of an internal combustion engine is used as a diaphragm displaced according to the cylinder inner pressure. An optical fiber 20 whose end face 20a is located at a position opposed to a back face of the diaphragm is installed in a base member 100a of the cylinder gasket. Another end face 20b of the optical fiber is connected to a detection unit 30. The detection unit irradiates light at the diaphragm back face 11b from the end face 20a via the optical fiber from a light source of the unit. The light reflected by the diaphragm back face is guided to the detection unit through the optical fiber. Interference fringes in correspondence to an optical path difference occur in light composed of the light from the light source and the reflected light. By detecting the change in strength of the composite light by the change of the interference fringes, it is made possible to detect the displacement of the diaphragm (cylinder inner pressure).

Data supplied from the [esp@cenet](mailto:esp@cenet) database - I2

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-349336

(P2002-349336A)

(43)公開日 平成14年12月4日 (2002.12.4)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード*(参考)
F 02 D 45/00	3 6 8	F 02 D 45/00	3 6 8 S 2 F 0 5 5
35/00	3 6 8	35/00	3 6 8 Z 2 G 0 8 7
G 01 L 9/00		G 01 L 9/00	B 3 G 0 8 4
23/06		23/06	
G 01 M 15/00		G 01 M 15/00	Z

審査請求 未請求 請求項の数12 O.L. (全9頁)

(21)出願番号 特願2001-154318(P2001-154318)

(22)出願日 平成13年5月23日(2001.5.23)

(71)出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72)発明者 中山 茂樹

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72)発明者 福間 隆雄

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(74)代理人 100077517

弁理士 石田 敬 (外3名)

最終頁に統く

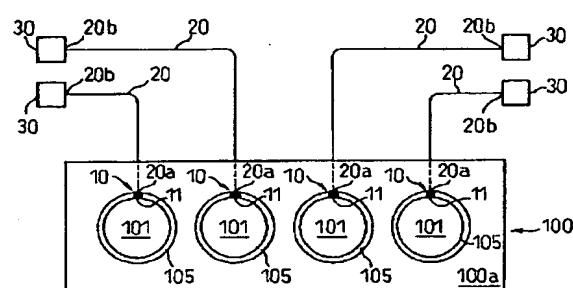
(54)【発明の名称】 内燃機関の筒内圧検出装置

(57)【要約】

【課題】 光学的センサを用いて精度良くシリンダ内圧を検出する。

【解決手段】 内燃機関のシリンダヘッドとシリンダブロックとの間に介挿されるシリンダガスケット100のポアグロメット105のシリンダ内露出面11をシリンダ内圧に応じて変位するダイヤフラムとして用いる。ダイヤフラムの背面に対向する位置に端面20aを配置した光ファイバ20をシリンダガスケットの基材100a内に設置し、光ファイバの他端20bに検出ユニット30を接続する。検出ユニットは、光源から光ファイバを介して端面20aからダイヤフラム背面11bに光を照射し、ダイヤフラム背面で反射した反射光を光ファイバを介して検出ユニットに導く。光源からの光と反射光との合成光には光路差に対応する干渉縞が生じるため、この干渉縞の変化による合成光の強度変化を検出することにより、ダイヤフラムの変位(シリンダ内圧)が検出可能となる。

図1



10…圧力検出部  
11…受圧部(ダイヤフラム)  
20…光ファイバー  
30…検出ユニット  
100…シリンダガスケット  
105…ポアグロメット

【特許請求の範囲】

【請求項1】 内燃機関のシリンダ内に露出するガスケット部分に配置され、表面に作用するシリンダ内圧に応じた変位量で変位する受圧部と、該受圧部の背面に対向する位置に端部を有する導光路と、該導光路を介して前記端部から前記受圧部背面に光を照射する光源と、前記端部から照射された光の、前記受圧部背面からの反射光を受光する受光器と、前記受光器で受光した前記反射光に基づいて前記受圧部の変位量を検出することにより、シリンダ内圧を検出する検出部と、を備えた内燃機関の筒内圧検出装置。

【請求項2】 前記受圧部は、前記ガスケットと一体に形成され、シリンダ内圧に応じてシリンダ半径方向に変位するダイアフラムからなる、請求項1に記載の筒内圧検出装置。

【請求項3】 前記受圧部はシリンダガスケットのボアグロメットとして形成された請求項1に記載の筒内圧検出装置。

【請求項4】 前記受圧部背面の、前記導光路端部からの照射光を反射する領域は、前記照射光の光軸にはほぼ直交する平面として形成された、請求項1に記載の筒内圧検出装置。

【請求項5】 更に、前記照射光反射領域と重複しない位置に配置され、前記受圧部に作用するシリンダ内圧を受承して受圧部を支持する支持部材を備え、前記支持部材は受圧部の前記照射光反射領域部分より剛性が低く、シリンダ内圧による前記受圧部の変位のほぼ全量が前記支持部材のたわみにより生じる、請求項1に記載の筒内圧検出装置。

【請求項6】 前記導光路は、ガスケット内に延設された光ファイバーからなる、請求項1に記載の筒内圧検出装置。

【請求項7】 前記導光路は、ガスケット基材上に形成された光伝導膜からなる、請求項1に記載の筒内圧検出装置。

【請求項8】 前記受圧部背面からの反射光は照射光と同じ前記導光路を介して前記受光器に導かれる、請求項1に記載の筒内圧検出装置。

【請求項9】 前記受圧部と前記導光路端部との組が、シリンダボア周方向に複数組配置された、請求項1に記載の筒内圧検出装置。

【請求項10】 前記シリンダガスケットのボアグロメットには、シリンダボア周方向に複数の切欠が設けられた、請求項3に記載の筒内圧検出装置。

【請求項11】 前記受圧部背面と前記導光路端部との間の空隙内は真空状態に保持された、請求項1に記載の筒内圧検出装置。

【請求項12】 前記受圧部背面と前記導光路端部との間の空隙を大気に連通する連通路を備えた、請求項1に記載の筒内圧検出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、内燃機関の筒内圧検出装置に関し、詳細には光学式センサを用いてシリンダ内圧力を検出する筒内圧検出装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、内燃機関のシリンダ内圧力を検出する筒内圧センサとしては、主に圧電素子を用いた電気式センサが使用されていた。ところが、電気式センサは電気的な雑音に弱いため、配置などによっては信頼性が低下する場合がある。そこで、近年、電気的雑音に強い光学式センサを使用する筒内圧検出装置が考案されている。

【0003】この種の筒内圧検出装置の例としては、例えば特開平7-306109号公報に記載されたものがある。同公報の検出装置は、シリンダガスケット内のシリンダボア近傍に光ファイバを配置して、シリンダガスケットを介してシリンダ内圧に応じた力を光ファイバ側面に作用させて光ファイバの曲げを生じさせる構成とされている。光ファイバを通過する光量は、ファイバの曲りに応じて変化する。同公報の検出装置は、適宜な手段を用いて光ファイバを通過する光量変化を検出することにより光ファイバの曲りに基づいてシリンダ内圧力を検出するものである。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところが、特開平7-306109号公報の筒内圧力検出装置では、光ファイバ自体に力を作用させてその曲りの変化に基づいてシリンダ内圧を検出する構成とされているため、問題が生じる場合がある。例えば、同公報の装置では光ファイバに初期曲げを与えるために比較的小さな曲率で光ファイバを曲げた状態で保持する必要がある。このため、光ファイバには常に曲げ応力が生じることになる。また、光ファイバには更にシリンダ内圧変化に応じた周期的な曲げ応力の変動が生じるため、これらの定常応力や変動応力により、長期間の使用で光ファイバ自体の劣化や損傷が生じる可能性がある。

【0005】更に、同公報の装置ではシリンダ内圧により光ファイバの曲りを変化させる際に、光ファイバ自体の弾性により曲りを阻止する方向に力が働くため、わずかではあるがシリンダ内圧の検出値に誤差が加わる場合がある。本発明は上記従来技術の問題に鑑み、光ファイバなどの導光路自体にシリンダ内圧による力を加えることなく、精度良くシリンダ内圧を検出することが可能な内燃機関の筒内圧検出装置を提供することを目的としている。

【0006】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載の発明に

よれば、内燃機関のシリンダ内に露出するガスケット部分に配置され、表面に作用するシリンダ内圧に応じた変位量で変位する受圧部と、該受圧部の背面に対向する位置に端部を有する導光路と、該導光路を介して前記端部から前記受圧部背面に光を照射する光源と、前記端部から照射された光の、前記受圧部背面からの反射光を受光する受光器と、前記受光器で受光した前記反射光に基づいて前記受圧部の変位量を検出することにより、シリンダ内圧を検出する検出部と、を備えた内燃機関の筒内圧検出装置が提供される。

【0007】すなわち、請求項1の発明では導光路自体にはシリンダ内圧による力は作用せず、シリンダ内圧を受けて変位する受圧部が導光路とは別に設けられている。また、この受圧部の変位は導光路端部からの照射光を受圧部に反射させて受光器により受光することにより検出される。受圧部はシリンダ内圧に応じて変位するため、受圧部変位量を検出することによりシリンダ内圧による力を導光路自体に作用させることなく正確なシリンダ内圧を検出することが可能となる。なお、受圧部の変位量は、例えば照射光と反射光との位相の差を検出することにより検出可能である。また、導光路としては、例えば光ファイバ、光伝導膜などが使用可能である。更に、ガスケットとしてはシリンダ内に露出する部分を有するもの、例えばシリンダガスケット、インジェクタ取付用ガスケット、点火プラグ用ガスケット等の種々のガスケットが使用可能である。

【0008】請求項2に記載の発明によれば、前記受圧部は、前記ガスケットと一体に形成され、シリンダ内圧に応じてシリンダ半径方向に変位するダイアフラムからなる、請求項1に記載の筒内圧検出装置が提供される。

【0009】すなわち、請求項2の発明では、受圧部はガスケットと一体に形成されたダイアフラムからなっている。このため受圧部のシリンダへの取付が極めて容易になる。

【0010】請求項3に記載の発明によれば、前記受圧部はシリンダガスケットのボアグローメットとして形成された請求項1に記載の筒内圧検出装置が提供される。

【0011】すなわち、請求項3の発明では、受圧部はシリンダガスケットのボアグローメットとして形成されている。このため、既存のガスケット部品を用いて受圧部を形成することが可能となる。

【0012】請求項4に記載の発明によれば、前記受圧部背面の、前記導光路端部からの照射光を反射する領域は、前記照射光の光軸にほぼ直交する平面として形成された、請求項1に記載の筒内圧検出装置が提供される。

【0013】すなわち、請求項4の発明では、受圧部背面の照射光反射領域は平面として形成されているため、受圧部の変位による反射光の光軸の変化が最小に抑制される。

【0014】請求項5に記載の発明によれば、更に、前

記照射光反射領域と重複しない位置に配置され、前記受圧部に作用するシリンダ内圧を受承して受圧部を支持する支持部材を備え、前記支持部材は受圧部の前記照射光反射領域部分より剛性が低く、シリンダ内圧による前記受圧部の変位のほぼ全量が前記支持部材のたわみにより生じる、請求項1に記載の筒内圧検出装置が提供される。

【0015】すなわち、請求項5の発明では受圧部の照射光反射領域以外の部分で受圧部を支持する、剛性の比較的低い支持部材が設けられており、シリンダ内圧が加わると支持部材がたわむことにより受圧部が変位する構成とされている。このため、受圧部の変位の際に照射光反射領域の歪みが抑制され平面を維持することが可能となる。これにより、受圧部の変位による光軸の変化が更に小さくなる。

【0016】請求項6に記載の発明によれば、前記導光路は、ガスケット内に延設された光ファイバーからなる、請求項1に記載の筒内圧検出装置が提供される。

【0017】すなわち、請求項6の発明では、導光路としてガスケット内に延設された光ファイバが使用される。これにより、極めて簡易に機関に導光路を取付けることが可能となる。

【0018】請求項7に記載の発明によれば、前記導光路は、ガスケット基材上に形成された光伝導膜からなる、請求項1に記載の筒内圧検出装置が提供される。

【0019】すなわち、請求項7に記載の発明では、導光路としてガスケット基材に形成した光伝導膜が用いられるため、ガスケットと導光路とを一体形成することが可能となり、ガスケット内への導光路の取付が簡易になる。

【0020】請求項8に記載の発明によれば、前記受圧部背面からの反射光は照射光と同じ前記導光路を介して前記受光器に導かれる、請求項1に記載の筒内圧検出装置が提供される。

【0021】すなわち、請求項8の発明では照射光と反射光とが導光路を共有するため、反射光用の導光路が不要となり装置構成を簡易なものにすることが可能となる。

【0022】請求項9に記載の発明によれば、前記受圧部と前記導光路端部との組が、シリンダボア周方向に複数組配置された、請求項1に記載の筒内圧検出装置が提供される。

【0023】すなわち、請求項9の発明では、シリンダボア周方向の複数の位置でシリンダ内圧が検出されるため、複数の検出値を得ることができ、検出位置や受圧部自体の寸法、配置などの誤差を補正することが可能となる。

【0024】請求項10に記載の発明によれば、前記シリンダガスケットのボアグローメットには、シリンダボア周方向に複数の切欠が設けられた、請求項3に記載の筒

内圧検出装置が提供される。

【0025】すなわち、請求項10の発明では、受圧部を設けるシリンダガスケットのボアグロメットには周方向に複数の切欠が設けられているため、ボアグロメット自体がシリンダ内の熱を受けて膨張する際に受圧部が変位して検出誤差が生じることが防止される。

【0026】請求項11に記載の発明によれば、前記受圧部背面と前記導光路端部との間の空隙内は真空状態に保持された、請求項1に記載の筒内圧検出装置が提供される。

【0027】すなわち、請求項11の発明では、照射光と反射光との経路となる受圧部背面と導光路端部との間の空隙は真空状態に維持されており、気体や液体が存在しない。この空隙部分に気体や液体が存在すると、受圧部の変位による圧力やシリンダ内の熱により空隙部分の気体や液体の密度変化が生じ、照射光と反射光との経路の光学的特性が変化する可能性がある。本発明では、この空隙部分を真空に維持するため、光学的特性の変化が生じず常に正確な筒内圧検出を行いうことが可能となる。

【0028】請求項12に記載の発明によれば、前記受圧部背面と前記導光路端部との間の空隙を大気に連通する連通路を備えた、請求項1に記載の筒内圧検出装置が提供される。

【0029】すなわち、請求項12の発明では、受圧部背面と導光路端部との間の空隙は連通路により大気に連通されている。これにより、受圧部の変位やシリンダの熱により受圧部の背圧が変化することなく、常に一定の背圧が維持できるため、受圧部の変位量は正確にシリンダ内圧に対応するようになり、常に正確な筒内圧検出を行いうことが可能となる。

#### 【0030】

【発明の実施の形態】以下、添付図面を用いて本発明の実施形態について説明する。図1から図3は、本発明の筒内圧検出装置の実施形態の基本的構成を模式的に示す図である。図1の実施形態では、内燃機関のシリンダガスケットのボアグロメット部に受圧部を構成した場合を示している。

【0031】図1において、100は板状のシリンダガスケットを示す。シリンダガスケット100は、内燃機関のシリンダブロックとシリンダヘッドとの間に介挿され、各シリンダのボアに対応する形状の孔部101がシリンダの数だけ形成されている（図1では4気筒機関用のシリンダガスケットの場合を示している）。シリンダガスケット100は、耐熱性の基材からなり、孔部101の周縁部には、例えばステンレススチール等の断面コ字形状の金属製環状部材からなるボアグロメット105により覆われている。

【0032】本実施形態では、シリンダガスケット100の孔部101の内周部分に筒内圧検出装置の圧力検出部10が設けられている。図2は、圧力検出部の基本

的な構成を模式的に示す断面図である。図2において、その全体を10で示す圧力検出部は、シリンダガスケット100をシリンダヘッド110とシリンダブロック115との間に装着したときに、シリンダ内に露出するボアグロメット105の内周部壁面11をダイヤフラムとして利用する構造とされている。受圧部としてのダイヤフラム11は、ダイヤフラム11とガスケットの基材100aとの間に配置された支持部材13により基材100aに対して間隔をあけて保持されている。すなわち、図2の例では、ダイヤフラム11の背面11bと基材100aとの間には、シリンダボアの周囲に密閉された環状の空間（ダイヤフラム室）11cが形成されている。

【0033】図2に20で示すのは、ガスケット100の基材100a中に配置された光ファイバである。光ファイバ20の端面20aは光ファイバ軸線に対して垂直にカットされており、ダイヤフラム室11を挟んでダイヤフラム11の背面11bと対向する位置に配置されている。シリンダ内圧がダイヤフラム11の表面11aに作用すると、ダイヤフラム11はシリンダ内圧に応じてシリンダボアの半径方向にたわむため、ダイヤフラム11の背面11bと光ファイバ20の端面20aとの間の距離がダイヤフラム11の変位量に応じて変化する。本実施形態では、この距離の変化を検出することによりシリンダ内圧を検出している。

【0034】図1に示すように、光ファイバ20はガスケット100の基材内を通して、ガスケット100の外周部から引出され、もう一方の端部20bはガスケット100外で検出ユニット30に接続されている。図3は、光ファイバ20のもう一方の端部20bに接続された検出ユニット30の基本的構成を示す図である。検出ユニット30は、レーザー光源31、フォトランジスタ等の受光器33、半透鏡として機能するプリズム35、及び集光レンズ37aから37c及び参照光を生成する参照鏡39を備えている。

【0035】光源31から照射されたレーザー光は、集光レンズ37aを通過して、その一部がプリズム35の半透鏡面35aで反射され、集光レンズ37bを通り、光ファイバ20の端面20bに照射される。また、照射光の一部はプリズムの半透鏡面35aを通過して参照鏡39に入射する。光ファイバ20は、透光材料のファイバーの外側を屈折率の異なる材料でコーティングした構成であり、端面20bに入射した照射光は、光ファイバ20内をコーティング層間で反射しつつ進行し、もう一方の端面20a（図2）からダイヤフラム背面11bに照射される。この光はダイヤフラム背面11bで反射して、再度光ファイバの端面20に入射する。この反射光は、入射光とは逆に光ファイバ20内を進行して端面20bからレンズ37bを照射する。この反射光はレンズ37bを経てプリズム35に照射され、更にその一部はプリズム35の半透鏡面35aを透過して、レンズ

37cを経て受光器33に入射する。

【0036】一方、光源31から照射されたレーザー光の一部は、プリズム35を透過して参照鏡39で反射され、参照光となってプリズム35に入射する。プリズム35内では、更に参照光の一部はプリズム35の半透鏡面35aに反射してレンズ37cを通り、受光器33に入射する。すなわち、光源31から照射された光は、その一部が光ファイバ20を通ってダイヤフラム11の背面11bで反射された反射光として、また、他の一部が参照鏡39で反射された参照光として受光器33に入射することになる。反射光と参照光とは、その光路長の差のために受光器33入射時に位相の差が生じているため、受光器33に入射する反射光と参照光との合成光には干渉縞が生じる。

【0037】本実施形態では、受光器33に入射する合成光の干渉縞により生じる光強度の変化によりシリングダ内圧力を検出する。すなわち、シリングダ内の圧力がボアグロメット105のダイヤフラム11の表面11aに作用すると、ダイヤフラム11はシリングダ内圧に応じた量だけシリングダボア半径方向に変位する。このため、ダイヤフラム11の背面11bと光ファイバ20の端面20aとの距離はシリングダ内圧に応じた量だけ変化する。これにより、受光器33に入射する反射光の光路長が変化するため、参照光と反射光との合成光に生じる干渉縞の位置と数とが変化し、受光器33に入射する光の強度が変化するようになる。このため、受光器33により反射光と入射光との合成光の強度変化を測定することによりダイヤフラム11の変位量を検出することが可能となる。従って、予めダイヤフラム11の変位量とシリングダ内圧との関係を求めておくことによりシリングダ内圧を検出することができる。

【0038】このように、圧力検出部10をガスケット内に収納することにより直接的にシリングダ内圧を測定することが可能となるが、圧力検出部10はシリングダ内の高熱と高圧、或は振動に直接さらされることになる。このため、高精度にシリングダ内圧力を検出するためには、圧力検出部10の構成に種々の考慮が必要となる。例えば、図2の実施形態ではダイヤフラム背面11bの、光ファイバ端面20aからの照射光を反射する領域は、光ファイバ端面20から照射される光の光軸に直角な平面に加工され、鏡面仕上げされている。

【0039】ダイヤフラム11の背面の照射光反射領域を照射光の光軸に直角な平面に加工することにより、反射光は正確に光ファイバ20の端面20に入射するようになり、ボアグロメット105部分などのガスケット構成部材が多少変形しても光軸のずれが小さくなる。このため、本実施形態では精度の高いシリングダ内圧検出を行うことが可能となっている。

【0040】また、図示していないが、本実施形態では一つのボアグロメット105に図2の圧力検出部10を

複数個設置することにより、更に検出精度を向上させることも可能である。1つのシリングダに対して複数の圧力検出部10を設けることにより、各圧力検出部の検出誤差や検出値のばらつきを処理することが可能となり、単一の検出部でシリングダ内圧を検出する場合に較べて検出精度を大幅に向上させることが可能となる。

【0041】また、グロメット105はシリングダ内の高温に曝されるため、グロメット自身が熱膨張しダイヤフラム11が半径方向に変位する。このため、ダイヤフラム11の変位が必ずしも正確にシリングダ内圧のみに対応しなくなる場合が生じる。そこで、本実施形態では、ボアグロメット105の内周部分にシリングダ軸線に平行な切欠を周方向に複数個配置することにより、ボアグロメット105の熱膨張によるグロメット(ダイヤフラム)の径方向の変位を最小にする構成としている。これにより、ダイヤフラム11の半径方向変位はグロメット部105の熱膨張に影響されなくなるため、シリングダ内圧が正確に検出されるようになる。

【0042】図4、図5は圧力検出部の図2とは異なる構成を示している。図4、図5においても図2と同一の参照符号は同様な要素を示している。圧力検出部10のダイヤフラム11は、圧力を受けて変形すると、ダイヤフラム背面11bの平面度を維持できなくなり、光ファイバ20の端面20aに入射する反射光の強度が変化する場合がある。

【0043】図4の例では、ボアグロメット105の孔部101の内周部、すなわちダイヤフラム11は、比較的剛性の高い材質で構成されている。ダイヤフラム11の剛性が高くなるほどダイヤフラムの歪みは小さくなるため、シリングダ内圧が増大してもダイヤフラム背面11bの平面度の変化は小さくなるが、逆にダイヤフラム11の剛性が高くなると内圧を受けたときのダイヤフラム11の半径方向の変位が小さくなり、圧力検出部自体のシリングダ内圧に対する感度が低下する問題がある。

【0044】図4の実施形態では、ダイヤフラム11に剛性の高い材質を使用するとともにダイヤフラム11の厚みを増大させてダイヤフラム11の剛性を増大させているが、同時に、剛性の低い(弾性の大きい)材質を用いてダイヤフラム11の支持部材13を構成することにより上記問題を解決している。ダイヤフラム11の剛性を高くするとともに、支持部材13の剛性を低く設定した結果、シリングダ内圧を受けると支持部材13は容易に弾性変形し、剛性の高いダイヤフラム11は平面度を維持したままシリングダ半径方向に変位するようになる。

【0045】なお、支持部材13はダイヤフラム11の照射光反射領域と重複しない位置でダイヤフラムを支持しており、支持部材13の変形により反射光が遮られることがないようにされている。また、本実施形態では、シリングダ内圧を受けたときのダイヤフラム11の変位のほぼ全量が支持部材13の弾性変形により生じるようにダ

イヤフラム11と支持部材13との剛性が設定されている。これにより、シリンド内圧によるダイヤフラム11の変形が最小に抑制されるため、ダイヤフラム11の変形による光軸の変化や反射光の強度変化が少なくなり、より正確にシリンド内圧を検出することが可能となる。

【0046】また、図4の実施形態のようにダイヤフラム11の剛性を高める場合には、ダイヤフラム11に剛性の高い材料を使用するとともにダイヤフラム11の厚さを増大することが効果的である。しかし、ダイヤフラム11の厚さが大きくなると、ダイヤフラム11自身の質量が増大するため変位に対する慣性抵抗が増大し高周波数の圧力変動に対する感度が低下する問題がある。そこで、ダイヤフラム11の剛性を増大させる際に、図5に示すようにダイヤフラムの中央部付近の厚みを増して、シリンド軸線方向両端部にかけて緩やかに厚みが減少する断面形状とすることが好ましい。これにより、ダイヤフラム自体の質量増大を最小に抑制しながらダイヤフラムの曲げ剛性を増大させることができるとなるため、広い周波数域の圧力変動を正確に検出することが可能となる。

【0047】図6は、圧力検出部10の図3から図5とは別の実施形態を示す。本実施形態においても、図3から図5と同一の参照符号は同様の要素を示している。本実施形態では、ダイヤフラム背面11bとガスケット基材100aとの間に形成されるダイヤフラム室11cを大気と連通する連通路100cが設けられている。連通路100cは、基材100a内に形成され、ガスケット100周縁部で大気に開放されている。

【0048】図2の実施形態のように、ダイヤフラム室11cを密閉空間とした場合、ダイヤフラム室11c内に封入された気体は、シリンドの熱を受けて圧力が上昇するとともに、ダイヤフラム11の変位により圧縮され密度が変化することになる。このように、ダイヤフラム室11c内の気体の密度が変化すると光の屈折率が密度とともに変化して、ダイヤフラム背面11cと光ファイバ20の端面20aとの間の空間の光学的特性が変化してしまい、反射光の位相が変化する場合がある。これに対して、本実施形態ではダイヤフラム室11cと大気とを連通する連通路100cが設けられているため、ダイヤフラム室11c内の圧力は常に大気圧に維持され、ダイヤフラム室11c内の気体の密度変化が生じない。このため、本実施形態によれば、常にダイヤフラム室11c内の空間の光学的特性を一定に維持することが可能となり、シリンド内圧の検出値に誤差が生じることが防止される。

【0049】なお、図6の例ではダイヤフラム室11cと大気とを連通する連通路100cを設けることにより、ダイヤフラム室11c内の気体の密度変化を防止していたが、例えば、図2の構成において、予めダイヤフラム室11c内の空気を排氣してダイヤフラム室11c

内を真空状態に保持するようにする事も可能である。ダイヤフラム室11c内を真空状態に保持することにより、シリンドの熱やダイヤフラム11に作用するシリンド内圧にかかわらずダイヤフラム室11c内の空間の光学的特性は常に一定に維持されるため、シリンド内圧の検出値に誤差が生じることが防止される。

【0050】また、上記各実施形態では照射光と反射光との導光路としてガスケット基材100aと別体の光ファイバ20を用いた場合を例にとって説明しているが、導光路としては、他の構成のものも使用可能である。例えば、ガスケット基材100aを2層構造として、片方の層の表面に光伝導膜を基材と一緒に形成した導光路の構成も可能である。光伝導膜としては、例えば光ファイバ20のコーティング層に相当する材質の層と石英などの透光性の良好な材料とを交互に積層して膜形成プロセスにより基材表面に一体に形成したものが使用される。光伝導膜を形成した基材と通常の基材とを上下に重ねてガスケット100を構成することにより、図2の光ファイバ20位置に光伝導膜を有する基材が形成される。

【0051】このように、基材と一緒に形成した光伝導膜を光ファイバの代りに用いることにより、導光路の経路を極めて精密に管理することが可能となり、光路長のばらつきや光ファイバの配置位置のばらつきによる計測値の誤差が低減されるとともに、ガスケット内への導光路の設置が簡略化される。

【0052】次に、図7、図8を用いて圧力検出部10の別の構成例を示す。図7、図8において図3から図6と同一の参照符号は同様な要素を示している。図7は、ガスケット100のグロメット105部のダイヤフラム11を構成する環状の部材及びその支持部13をグロメット105の他の部分から独立させた構成を示している。前述の図3から図6の構成では、圧力検出部10のダイヤフラム11のシリンド軸線方向両端部分はシリンドヘッド110とシリンドブロック115とにそれぞれ接触していた。これに対して、図7の例ではダイヤフラム11の両端部と、グロメット105のシリンドヘッド110と直接接觸する部材105a、及びシリンドブロック115と直接接觸する部材105bとの間には隙間11e及び11fが設けられており、ダイヤフラムがこれらの部材105a、105bと接觸しないようにされている。

【0053】シリンドガスケット100は、シリンドヘッド110とシリンドブロック115との間に介挿されてシリンドヘッド110とシリンドブロック115との間の締付け力を受ける。このため、ダイヤフラム11両端が部材105a、105bに直接接觸しているとダイヤフラム11にはシリンドヘッド110とシリンドブロック115との締付け力が作用することになり、締付け力が大きい場合にはダイヤフラム11が軸線方向に座屈を生じる可能性がある。

【0054】図7の例では、ダイヤフラム両端に空隙11e、11fを配してダイヤフラム11にシリンドヘッド110とシリンドブロック115との間の締付け力が作用することを防止している。これにより、シリンドヘッド締付け力によりダイヤフラム11が座屈を生じることが防止される。

【0055】図8は、図2の実施形態において、基材100a中に配置される光ファイバ20の周囲に耐熱性の緩衝材100bを配置した構成を示す。緩衝材100bは比較的柔軟な材質のものが使用され、ガスケット基材100aに加わる締付け力が光ファイバ20に直接作用しないようにされている。シリンドガスケット100には、シリンドヘッド110とシリンドボア115との間の締付け力が直接作用することになるが、基材100a中に配置された光ファイバ20にこの締付け力が作用すると、光ファイバ20の光学的特性が変化する。このため、シリンドヘッドの締付け力によりシリンド内圧検出値が影響を受けるおそれがある。

【0056】図8の例では、光ファイバ20の周囲に緩衝材100bを配置したことにより、基材100aから光ファイバ20に作用する締付け応力が緩和されるため、シリンドヘッドの締付け力により影響を受けることなく、正確なシリンド内圧測定を行うことが可能となる。

【0057】

【発明の効果】各請求項に記載の発明によれば、光学的センサを用いてシリンド内圧を検出する際に、光ファイバなどの導光路自体にシリンド内圧による力を作用させることなく、高精度にシリンド内圧を検出可能とする共通の効果を奏する。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の筒内圧検出装置の実施形態の概略構成を説明する図である。

【図2】筒内圧検出装置の圧力検出部の基本的構成を示す図である。

【図3】検出ユニットの基本的構成を示す図である。

【図4】圧力検出部の別の構成例を示す図である。

【図5】圧力検出部の別の構成例を示す図である。

【図6】圧力検出部の別の構成例を示す図である。

【図7】圧力検出部の別の構成例を示す図である。

【図8】圧力検出部の別の構成例を示す図である。

#### 【符号の説明】

10…圧力検出部

11…ダイヤフラム

11c…ダイヤフラム室

13…支持部

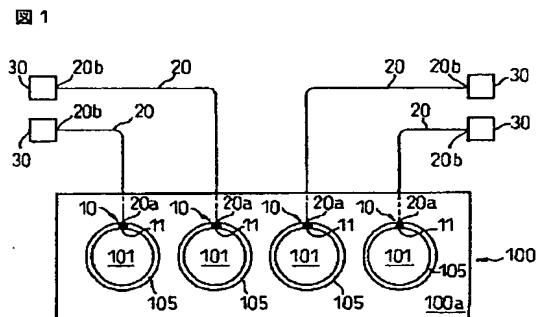
20…光ファイバ

30…検出ユニット

100…シリンドガスケット

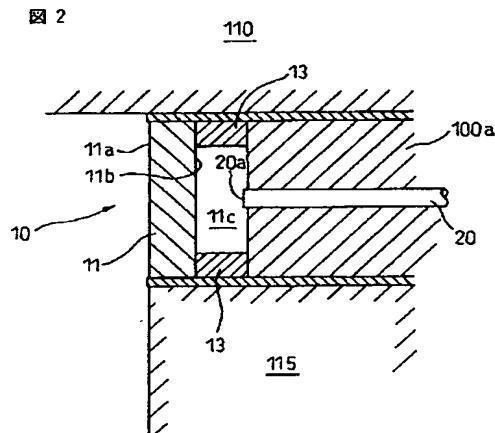
105…ボアグロメット

【図1】



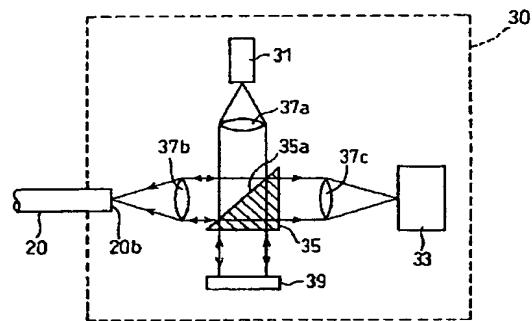
10…圧力検出部  
11…受圧部(ダイヤフラム)  
20…光ファイバー  
30…検出ユニット  
100…シリンドガスケット  
105…ボアグロメット

【図2】



【図3】

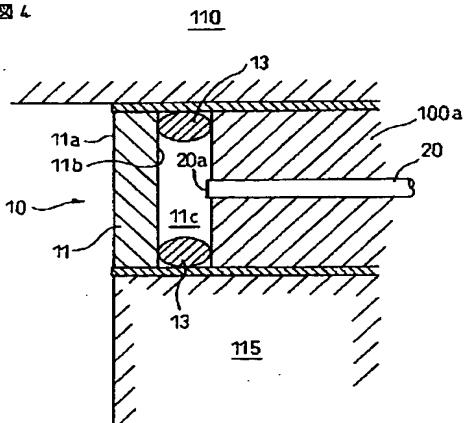
図3



20…光ファイバー  
30…検出ユニット  
31…光源  
33…受光器  
35…プリズム  
37a, 37b, 37c…レンズ

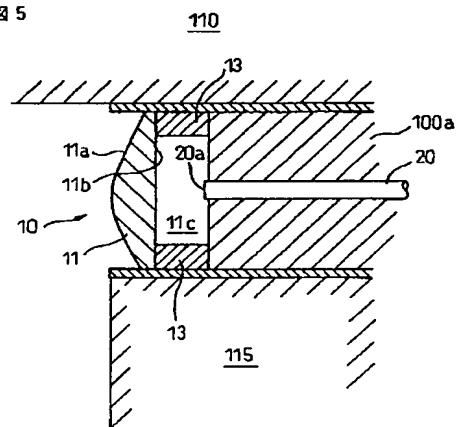
【図4】

図4



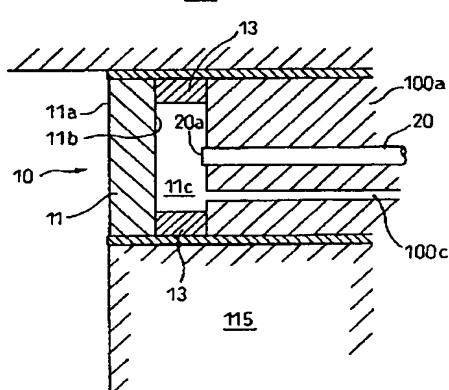
【図5】

図5

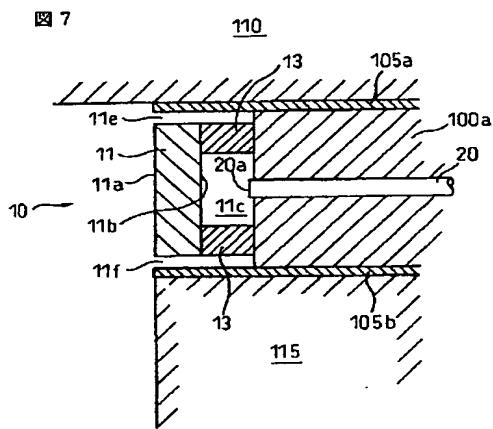


【図6】

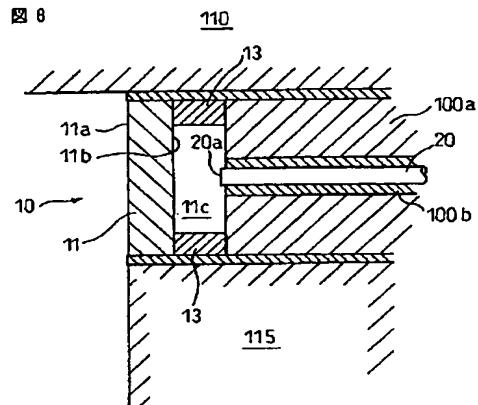
図6



【図7】



【図8】



フロントページの続き

F ターム(参考) 2F055 AA23 BB12 CC02 CC14 DD01  
EE31 FF11 GG11  
2G087 AA13 BB16 CC12  
3G084 AA03 BA00 DA00 FA21